La herencia en animales y plantas

I. Las leyes de la herencia.
II. Acción conjunta y *polimeria* de los genes.
III. Endogamia y exogamia.

Por ANTONIO DE ZULUETA

Profesor del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid).

I

Desde tiempo antiquísimo se sabían por observación *muchas cosas* sobre los caracteres hereditarios que se utilizaban en la selección de plantas y la mejora de las razas de animales domésticos; pero no se sabía *mucho;* lo que se sabía era fragmentario. Fué Mendel quien hizo dar el paso decisivo en estos conocimientos al descubrir las leyes fundamentales de la herencia.

Gregorio Mendel (1822-1884), religioso agustino del convento de Santo Tomás de Brünn o Brno (Moravia, Checoeslovaquia), hizo sus experimentos cruzando guisantes de diferentes razas y estudiando luego rigurosamente su descendencia; pero el resultado de sus trabajos, resumido en una memoria de pocas páginas, lo publicó en 1866—acaso sin darse plena cuenta de la inmensa trascendencia de sus descubrimientos—en la revista de una modesta sociedad científica de Brünn, y pasó totalmente inadvertido hasta que treinta y cuatro años después, en 1900, tres biólogos notables—el holandés De Vries, el alemán Correns (hace poco fallecido) y el austríaco Tschermarck—llegaron independientemente a los mismos resultados.

Hoy los estudios sobre la herencia han alcanzado gran desarrollo; sobre esta rama de la Biología existen revistas especiales en los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Holanda y otros países, y se han calculado en unos diez mil los trabajos científicos publicados hasta el año de 1930, lo cual indica la enorme labor de investigación y de crítica que en

este terreno ha realizado el siglo actual. Aunque puede decirse que la ciencia de la herencia vió la luz primera en 1900, con el segundo descubrimiento de las leyes mendelianas, no obstante no recibió nombre propio hasta que, en 1906, Bateson, con ocasión de una Conferencia Inter-

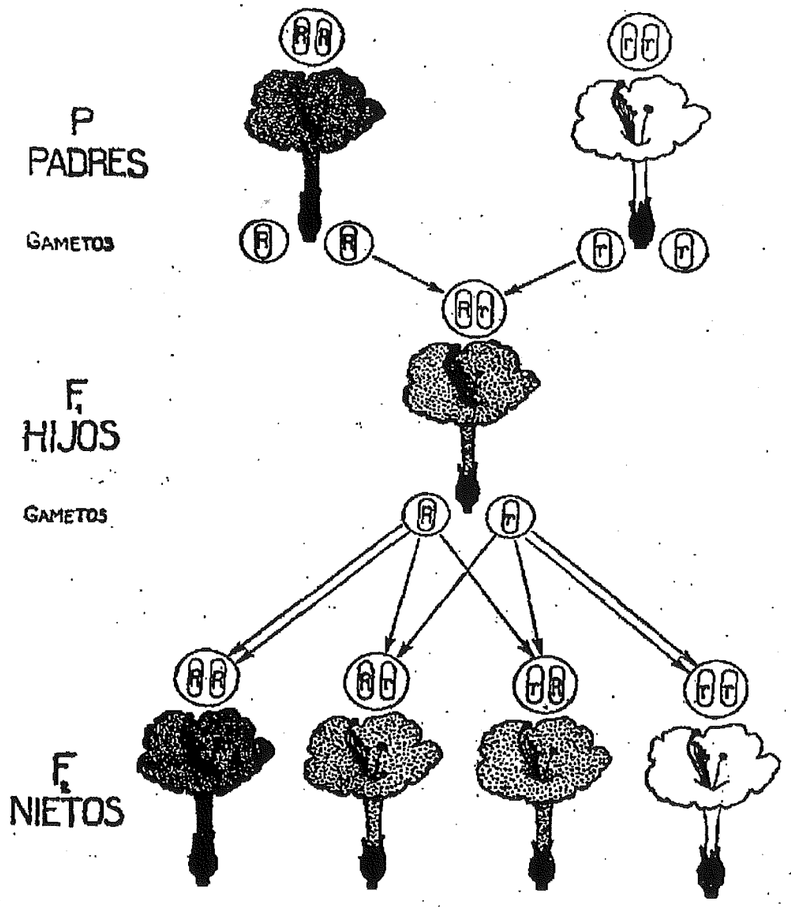


Fig. 1.ª—Ley de la disyunción.

nacional de Horticultores celebrada en Londres, propuso para ella el nombre de "Genetics" *(Genética)*. Por *Eugénica* debe entenderse la parte de la Genética aplicada al mejoramiento de los organismos y más especialmente al mejoramiento humano.

Para una exposición rápida de las leyes de la herencia, en vez de los

experimentos iniciales de Mendel, es preferible el siguiente de Correns (fig. 1.ª). Si cruzamos una planta de flor roja de dondiego de noche, con otra de flor blanca de la misma especie, se obtienen plantas hijas (F_1) que serán todas con flores de color de rosa; estas plantas hijas, al criar entre sí o fecundarse a sí mismas, darán plantas nietas (F_2), que serán de tres clases distintas: con flores rojas, con flores de color de rosa y con flores blancas. Y si el número de estas plantas nietas es suficientemente grande, se observará que por cada planta de flores rojas hay dos de flores rosadas y una de flores blancas; es decir, que están en la relación 1 : 2 : 1.

Este hecho se explica porque aquello que es la causa, factor o *gen* del color rojo en una de las plantas progenitoras y lo que lo es del color blanco en la otra—representados por las letras *R* y *r* en la figura—, han unido equilibrando sus efectos en las plantas hijas (F_1), dando así a éstas el color rosado intermedio; pero luego, forzosamente, se separan en las células germinales de éstas, dando células germinales *(gametos)* de dos clases, unas con el gen *R* (rojo) y otras con el gen *r* (blanco), en número igual, sin que jamás un mismo gameto pueda llevar los dos genes. Y como en la fecundación, los gametos masculinos (bien lleven el gen de rojo o el gen de blanco) se unen al azar con los gametos femeninos (lleven éstos gen de rojo o de blanco), tendremos que, probablemente, por cada combinación de gameto masculino rojo *(R)* con gameto femenino rojo *(R)*, también hay otra de gameto masculino rojo *(R)* con gameto femenino blanco *(r)*; y, además, otra de gameto masculino blanco *(r)* con gameto femenino rojo *(R)*, y otra de gameto masculino blanco *(r)* con femenino blanco *(r)* también, o sea: *RR* : *Rr* : *rR* : *rr*; o bien, *RR* : *2Rr* : *rr*; es decir, por cada planta de flores rojas, dos de flores rosadas y una de flores blancas. Vemos, pues, en las plantas nietas (F_2) reaparecer los dos tipos puros (*homocigóticos*) primitivos rojo y blanco, junto al tipo híbrido *(heterocigótico)* rosado de las plantas hijas.

Este fenómeno de que dos caracteres que forman un par contrapuestos y que se han unido en el híbrido (F_1), se separen forzosamente en los gametos que éste forma, como se hace patente luego en los nietos (F_2), constituye el descubrimiento capital de Mendel, que se conoce ordinariamente por la primera de sus leyes o *ley de disyunción*. Los caracteres que forman un par de esta naturaleza y sus genes se llaman *alelomorfos*.

El caso del dondiego de noche que acabamos de ver es singularmente favorable para la exposición de esta primera ley de Mendel. De ordinario, los hechos de herencia ocurren de un modo más difícil de interpretar, debido a que uno de los caracteres del par alelomorfo se sobrepone en el híbrido completamente al otro, por lo cual el primero recibe el nombre de *dominante*, llamándose *recesivo* al que no se manifiesta exteriormente; así, por ejemplo, cuando se cruza un conejo casero de color pardo, de la raza ordinaria, con una coneja albina corriente, que es un animal completamente blanco, con los ojos de color de rosa (fig. 2.ª)—o

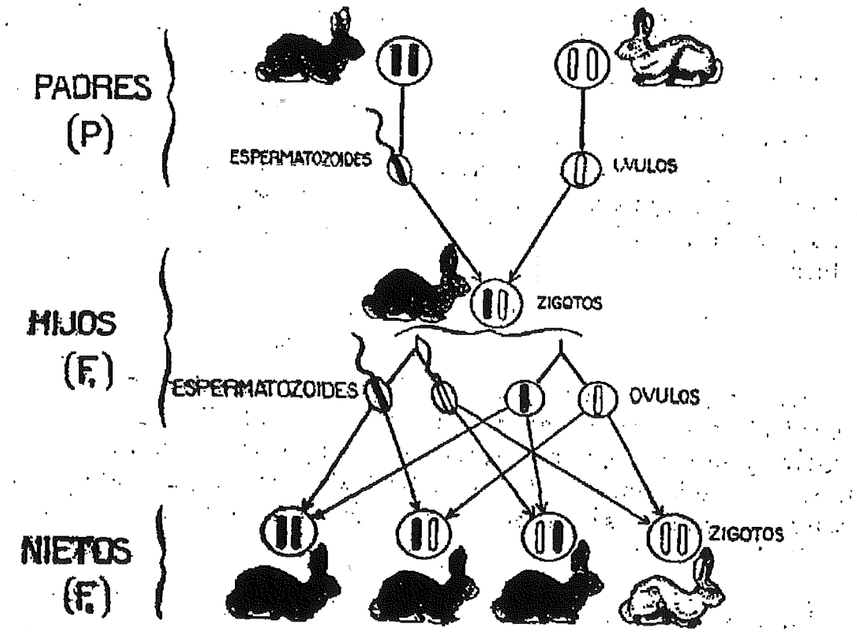


Fig. 2.ª—Ley de la disyunción.

al revés, conejo albino con coneja parda—, los hijos (F_1) son todos de color, por lo cual se dice que el carácter "color" es el dominante y el carácter "albino" el recesivo. Si estos hijos híbridos (F_1)—que en la figura están representados todos por un solo animal—crían entre sí, dan nietos (F_2) que son unos de color y otros albinos; y si el número de individuos es suficientemente grande, se ve que hay tres de color por cada albino, o sea que los de color y los albinos están en proporción de 3 : 1.

El mecanismo mediante el cual se producen estos hechos es el siguiente: todos los espermatozoides que produce el conejo de color padre (P) con que se inicia el experimento llevan gen de color (representado por barra negra en la figura); mientras que en los óvulos que produce la coneja albina madre este gen de color falta por completo o lle-

van un gen de albino que no funciona para dar color (barra blanca en la figura). Al verificarse la fecundación coinciden en todos estos huevos o zigotos el gen de color y el gen de albino, lo cual hace que los animales hijos (F_1) que por desarrollo de estos huevos resultan, tengan color como su padre, porque el gen de color es dominante.

Mas cuando estos conejos híbridos (F_1) forman sus espermatozoides y óvulos y se separan los genes, cada espermatozoide y cada óvulo recibe o bien color o bien albino, pero nunca las dos cosas. Cada conejo de F_1 produce, por consiguiente, espermatozoides de dos clases; cada coneja de F_1 da a su vez óvulos también de dos clases, y como al verificarse las fecundaciones los espermatozoides se unen al azar con los óvulos, resulta que se producen, en igual número, huevos fecundados (*cigotos*) (F_2) con color y color (*CC*), con color y albino (*Cc*), con albino y color (*cC*) y con albino y albino (*cc*); o sea *CC* : *2Cc* : *cc*; o bien

$$\overbrace{CC : 2Cc}^{\text{(3 color)}} : \overbrace{cc}^{\text{(1 albino)}}$$

Estos zigotos o huevos fecundados, al desarrollarse, darán conejos de color y albinos según la razón 3 : 1; pues, como se dijo, color (*C*) es dominante y se sobrepone a (*c*). Esta razón 3 : 1 se conoce con el nombre de razón mendeliana, por haber hecho Mendel sus experimentos con caracteres de guisantes, que presentan también este fenómeno de la dominación.

Para exponer la segunda ley de Mendel o ley de la distribución independiente, debemos examinar un caso más complejo. En el anterior teníamos organismos que diferían por un solo par de caracteres contrapuestos que forzosamente se separaban al formarse los gametos, es decir, organismos que se distinguían por un solo par de caracteres alelomorfos. Veamos ahora lo que ocurre en el cruzamiento de organismos que difieran por dos pares de alelomorfos.

Cuando se cruza el conejo casero de color, de raza corriente, cuyo pelo es de la longitud ordinaria en estos animales, con una coneja albina de las llamadas de Angora, que tienen el pelo sumamente largo (fig. 3.ª) —o al revés, conejo albino de pelo largo con coneja de color de pelo ordinario—, los hijos (F_1) de este cruzamiento son todos de color y pelo ordinario, de modo que "color" y "ordinario" son caracteres dominantes y "albino" y "largo" son sus respectivos recesivos. Si estos hijos híbridos (F_1) crían entre sí, dan nietos (F_2) de cuatro clases, a saber: de

color y pelo ordinario, de color y pelo largo, albinos de pelo ordinario y albinos de pelo largo. Y si el número de ejemplares es suficientemente grande, se observa que por cada nueve de los primeros hay tres de los segundos, otros tres de los terceros y uno de los cuartos, o sea que están en la relación 9 : 3 : 3 : 1, como aparecen en la figura.

El mecanismo del fenómeno es el siguiente: el conejo de color y de pelo ordinario con que principia el experimento (P), forma espermatozoides de una sola clase, que llevan todos el gen de color (*C*), representado en la figura por una barra negra, y el gen de pelo ordinario (*O*),

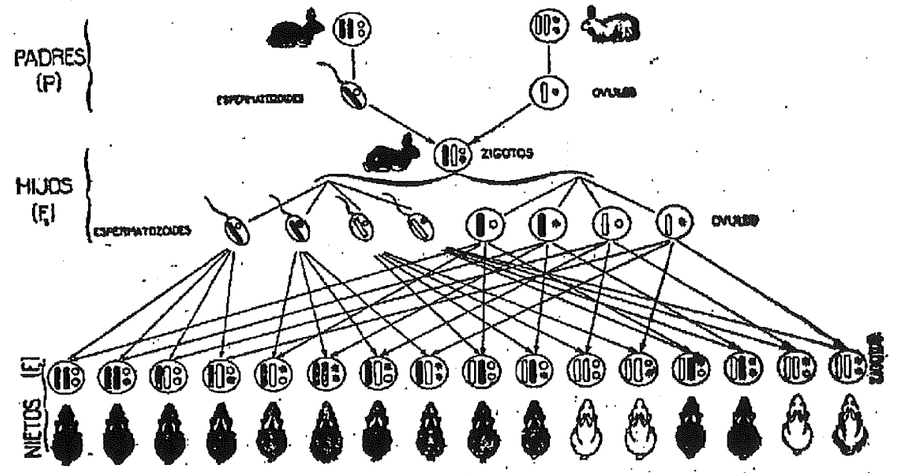


Fig. 3.ª—Ley de distribución independiente.

representado en la figura por un círculo; la coneja albina de pelo largo produce óvulos también de una sola clase, los cuales llevan los alelomorfos respectivos (*c* y *o*), representados en la figura por una barra blanca y asterisco, causantes del carácter albino y del pelo largo. Al unirse espermatozoides y óvulos, resultan zigotos (F_1) todos iguales de tipo *CcOo* que, desarrollándose, producen conejos todos pardos de pelo ordinario, porque *C* y *O* son dominantes. Cuando estos hijos híbridos (F_1)—representados todos en la figura por un solo animal—forman sus espermatozoides y sus óvulos, *C* y *c* se separan, siguiendo la ley de la disyunción y cada espermatozoide y cada óvulo recibe *C* o *c*; lo mismo hacen *O* y *o*, y cada espermatozoide y cada óvulo recibe *O* u *o*; pero los de un par se distribuyen con absoluta independencia de los del otro, de suerte que se forman espermatozoides *CO*, *Co*, *cO* y *co* y también óvulos

CO, Co, cO y *co*. Al verificarse la fecundación, uniéndose al azar cada clase de espermatozoides con cada clase de óvulos, resultan los zigotos:

CO + CO = CCOO	Co + CO = CCOo	cO + CO = CcOO	co + CO = CcOo
CO + Co = CCOo	Co + Co = CCoo	cO + Co = CcOo	co + Co = Ccoo
CO + cO = CcOO	Co + cO = CcOo	cO + cO = ccOO	co + cO = ccOo
CO + co = CcOo	Co + co = Ccoo	cO + co = ccOo	co + co = ccoo

o sea:

CCOO : 2CCOo : 2CcOO : 4CcOo : CCoo : 2Ccoo : ccOO : 2ccOo : ccoo

(9 de color y pelo ordinario) : (3 col. larg.) : (3albinos, ord.) : (1 alb. larg.)

Y estos zigotos, al desarrollarse, producen individuos de color y pelo ordinario, de color y pelo largo, albinos de pelo ordinario y albinos de pelo largo en la relación 9 : 3 : 3 : 1, teniendo siempre en cuenta que *C* y *O* son dominantes de *c* y *o*.

Nótese aquí que en estos nietos no sólo han reaparecido los tipos de los animales origen del experimento, sino que además han aparecido dos tipos nuevos: los animales de color y pelo largo, y los albinos de pelo corto. Esto explica la posibilidad de formar razas nuevas por cruzamiento seguido de selección.

Si en vez de cruzar organismos que difieren por dos pares de caracteres alelomorfos, se cruzan organismos que se distinguen por tres pares, la ley de distribución independiente se cumple lo mismo, y cuando el número de pares de alelomorfos es grande, la complicación, naturalmente, es enorme; pero las leyes de disyunción y distribución independiente subsisten, como se ha comprobado experimentalmente repetidas veces.

II

Declaró el conferenciante su temor de que los oyentes poco familiarizados en los estudios de Genética hubiesen quedado algo escépticos sobre la posibilidad de generalizar las leyes de Mendel a la herencia de muchos—quizá de la inmensa mayoría—de los caracteres de los seres vivos, pues dichas leyes no parecen cumplirse, ante la observación vulgar, en numerosos casos en que la herencia es, por otra parte, evidente.

Expuso cómo la presentación de un carácter no depende siempre de un solo gen; muchos caracteres se presentan tan sólo cuando en el individuo concurren determinados genes de varios pares, siendo el carácter en estos casos efecto de la *acción conjunta* de varios genes.

Así, por ejemplo, en el guisante de olor hay razas distintas, de flor

blanca que, cruzadas entre sí, dan planta con flor de color morado. La explicación de este raro fenómeno, que causó asombro la primera vez que se observó, está en que el color morado es efecto de la acción conjunta de dos genes dominantes, *C* y *R*, cada uno de los cuales, por sí solo es totalmente incapaz de producirlo. En este caso, una planta de raza de flor blanca es de fórmula *CC rr* y la otra de fórmula *cc RR;* los gametos que producen serán de fórmulas *Cr* y *cR*, respectivamente, y darán al unirse un cigote (F_1) de fórmula *Cc Rr*, que, desarrollándose, producirá flores moradas por haber concurrido en él los genes dominantes *C* y *R*, causantes conjuntamente de dicho color. En la generación siguiente (F_2), las plantas de flores moradas y las de flores blancas estarán en proporción de 9 : 7.

Existe otro tipo de herencia que, al parecer, no entra en las leyes mendelianas: los hijos de blanco y de negra, o al revés (mulatos), tienen un color intermedio entre los de sus padres y, hasta aquí, estarían en el mismo caso que las plantas de dondiego de noche de flor de color de rosa, hijas de planta de flor blanca y planta de flor roja que ya conocemos por la primera conferencia; pero cuando los mulatos tienen hijos entre sí, éstos no son unos blancos (como unos abuelos), otros negros (como otros abuelos) y otros de un color intermedio exactamente igual de sus padres, sino que pueden presentar una gradación completa de matices, que vaya insensiblemente desde blanco, o casi blanco, hasta negro, o casi negro, con todos los intermedios.

Una explicación muy probable de este fenómeno es que el color negro de los individuos de raza negra esté producido por varios pares de genes NN, N_1N_1, N_2N_2, de distinta fuerza, cuyo efecto se acumula y que además son incompletamente dominantes de sus aleomorfos respectivos *nn* n_1n_1 n_2n_2 que lleven los individuos de las razas blancas. Los hijos de blanco y negra (mulatos) serán siempre de fórmula Nn N_1n_1 N_2n_2, y como la dominación es incompleta, serán siempre de color intermedio; pero, según las leyes de la disyunción y de la distribución, independientemente los varones producirán espermatozoides de fórmulas

$$NN_1N_2,\ NN_1n_2,\ Nn_1N_2,\ Nn_1n_2,\ nN_1N_2,\ nN_1n_2,\ nn_1N_2,\ nn_1n_2,$$

y las hembras, óvulos de iguales fórmulas, y al unirse, al azar, los espermatozoides de cada uno de estos tipos con los óvulos también de cada uno de los tipos, producirán cigotes de un gran número de fórmulas

(NNN$_1$N$_1$N$_2$N$_2$, NNN$_1$N$_1$N$_2$n$_2$ NNN$_1$n$_1$N$_2$N$_2$..., NNN$_1$N$_1$n$_2$n$_2$..., NnN$_1$n$_1$N$_2$n$_2$..., nnN$_1$n$_1$n$_2$n$_2$, nnN$_1$n$_1$N$_2$n$_2$..., nnn$_1$n$_1$N$_2$n$_2$, nnn$_1$n$_1$n$_2$n$_2$)

en los cuales encontramos un número variable de genes de negro N (desde seis que tenían los abuelos negros a cero como en los abuelos blancos), los cuales, como su efecto es acumulable y su dominación incompleta, causan la graduación que de hecho se observa en los hijos de los mulatos, a veces dentro de un mismo grupo de hermanos.

III

Para los fines de la presente conferencia se puede llamar *endogamia* a la unión entre gametos procedentes de un mismo individuo (autofecundación) o de individuos próximos parientes; y *exogamia* a la de gametos cuyos productores no tienen parentesco o lo tienen sólo sumamente lejano. La forma más extrema de la exogamia es el cruzamiento de razas o de especies distintas.

En la Naturaleza existen organismos cuyo modo habitual de reproducción es la endogamia más estrecha (autofecundación), como los guisantes y otras leguminosas en las cuales los granos de polen fecundan los óvulos de la misma flor antes de que ésta se abra; pero la exogamia está mucho más generalizada aun entre organismos que tienen los sexos reunidos.

Aun cuando la endogamia es compatible con un desarrollo normal (por ejemplo, en el caso de los guisantes), es, sin embargo, observación reiterada, confirmada por experimentos, que la endogamia en muchos casos conduce a un notorio decaimiento en el vigor y producción, y que, por el contrario, la exogamia aumenta uno y otra. Así, en el maíz, la endogamia lleva a una disminución patente en el tamaño de la planta y de las mazorcas, mientras que cruzando unas plantas con polen de otras no parientes o de otra variedad (exogamia), se suelen producir semillas que desarrollándose dan plantas hijas (F_1) mucho más vigorosas y más productoras de grano que las de las castas de que se tomaron las progenitoras (P); bien entendido que, si en vista del buen resultado en estas plantas hijas, se pretende criar con sus descendientes obtenidos por endogamia, se ve cómo el vigor y la producción de grano bajan de generación en generación. En vista de ello es hoy ya una práctica agrícola extendida en muchos países, y que se realiza con éxito en la Misión Biológica de Galicia que dirige el señor C. Gallástegui, el obtener maíz por fecundación cruzada (maíz híbrido) para destinarlo a la siembra. Este maíz híbrido hay que obtenerlo de nuevo cada vez, pero el aumento en la producción que por él se logra remunera con creces los gastos que supone la obtención de la simiente.

Hechos parecidos cita el conferenciante sobre el tabaco, y señala también que la producción de ganado mular es en rigor un caso de extrema exogamia, pues se trata de un cruzamiento entre especies animales (caballo y asno) cuyos antepasados comunes habría que buscarlos en tiempos geológicos pasados.

En cuanto al fundamento genético de estas consecuencias de la endogamia y la exogamia, existen dos explicaciones compatibles entre sí.

La endogamia—y especialmente en forma más extrema, la autofecundación—tiende a producir individuos homocigotos, o sea individuos que tienen iguales (o dominantes, o recesivos) ambos genes de los pares de caracteres alelomorfos. Así, llamemos *A* y *a*, respectivamente, al gen dominante y al recesivo de un mismo par (por ejemplo, "color" y "albino" en el caso del conejo); *B* y *b* al dominante y al recesivo del otro par (como pelo normal y pelo largo en el mismo animal); *C* y *c* al dominante y al recesivo de un tercer par, etc.; si a partir de individuos de fórmula *Aa Bb Cc... criamos por endogamia y especialmente—en los* organismos en que esto sea posible—por su forma más rigurosa la autofecundación, al cabo de varias generaciones (por razones matemáticas que no es posible exponer de pasada) tendremos muchos individuos de fórmulas *AA BB CC, aa BB CC, AA bb CC, AA BB cc, aa bb CC, aa BB cc, AA bb cc y aa bb cc,* es decir, homocigotos (en dominante o en recesivo) para los caracteres considerados; y junto a ellos tendremos pocos individuos de fórmulas *Aa Bb Cc, AA Bb Cc, Aa BB Cc, Aa Bb CC..., aa Bb Cc..., aa bb Cc,* es decir, heretocigotos para todos o algunos de los pares de alelomormos indicados.

Ahora bien, cabe suponer que hay genes que en estado heterocigótico sean más favorables al individuo que en estado homocigótico, o sea que *Aa,* por ejemplo, dé un individuo mejor que *AA* o *aa;* lo cual es muy posible, por lo menos en algunos casos, pues, por ejemplo, en el de dondiego de noche vemos que *Rr* da un resultado distinto de *RR* y de *rr*. Si un organismo tiene genes importantes o numerosos de esta naturaleza, se comprende que la endogamia sea fatal para él, y que en cambio si se cría con castas o variedades distintas de este organismo, por ejemplo, una de fórmula *AA bb cc DD...* y otra de fórmula *aa BB CC dd* (caracteres que suponemos son desfavorables homocigóticamente), los hijos serán de fórmula *Aa Bb Cc Dd,* heterocigotos, pues, para estos caracteres y mejores que cada uno de sus progenitores. Notemos que en este caso, en el que quizá está el maíz, es absolutamente imposible obtener una

raza pura o fija (homocigótica, dicho en términos genéticos) que tenga las condiciones favorables apetecidas y, por consiguiente, para lograrlo será preciso proceder cada vez por hibridación entre dos razas genéticamente conocidas.

Otra hipótesis (compatible perfectamente con la anterior, pues una puede aplicarse a unos genes y otra a otros) explica el vigor que se manifiesta en los híbridos del modo siguiente: en general, y según se ha podido comprobar repetidas veces, al carácter dominante (lo mismo si el individuo es homocigoto para él que si es heterocigoto) proporciona mayor vigor al organismo que el carácter recesivo correspondiente cuan-

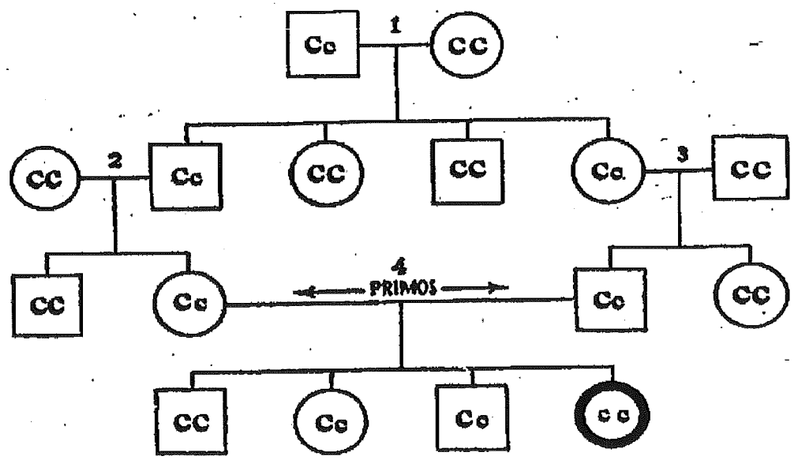


Fig. 4.ª—Unión entre consanguíneos.

do está manifiesto (homocigoto forzosamente) y así, por ejemplo, los conejos o ratones pardos (homocigotos o heterocigotos) son más vigorosos que los albinos. Ahora bien, supongamos dos castas distintas de una especie, de fórmulas *AA bb CC DD...* y *aa BB cc DD...*, en las que los caracteres de los genes recesivos *a, b, c* constituyan defectos o disminuyan el vigor cuando están, como en ellas, manifiestos (homocigóticos) y no cuando están ocultos por su alelomorfo dominante; en este caso, el híbrido resultante, que tendría la fórmula *Aa Bb Cc DD...*, sería superior a ambos progenitores, porque todos sus caracteres defectuosos estarían plenamente dominados, y su efecto anulado en absoluto por sus respectivos alelomorfos dominantes. En este caso es posible, por selección de los descendientes del híbrido, obtener una casta *AA BB CC DD...* homo-



Fig. 5.ª—Matrimonio de tío y sobrina con algunos de sus hijos (Guarapuava, Brasil). (De "Eugenics News").



Fig. 6.ª—Ictiosis congénita, forma típica (De Lesser).

BIBLIOTECA NACIONAL

cigótica para todos los caracteres favorables, que quedan fijados indefinidamente en la descendencia.

Con esto tenemos también la explicación científica del resultado tantas veces lamentable, de las uniones entre consaguíneos en la especie humana. Existen numerosas enfermedades, defectos y deformidades que son caracteres recesivos. A los individuos portadores del gen de uno de estos caracteres, nada se les nota, si son heterocigóticos para él, es decir, si lo llevan unido al gen alelomorfo normal (dominante); para que el carácter del gen recesivo se manifieste en hijos tenidos con otra persona en apariencia normal, es necesario que ésta lleve también heretocigótico (dominado por el gen alelomorfo normal) el gen del mismo carácter perjudicial, lo cual es un infortunio relativamente improbable si los cónyuges no son parientes por consaguinidad. En cambio, si son consanguíneos, la probabilidad es tanto mayor cuanto más próximo es el parentesco.

Veamos un ejemplo: supongamos un individuo que es heterocigótico para el gen de un defecto recesivo, como el albinismo, que se da en el hombre igualmente que en los conejos y que, según vimos en la primera conferencia (fig. 2.ª), nada se manifiesta en los individuos heterócigos (tipo *Cc*, representado por barra negra y barra blanca en aquella figura); en este caso es muy difícil que este individuo tenga la mala suerte de tener hijos con otra persona del mismo tipo *Cc*, unión de la que corresponde nacer una cuarta parte de hijos albinos; lo probable es (fig. 4.ª) que se una (1) con persona de tipo corriente homocigótico *CC*, y sin hijos, aunque unos *CC* y otros *Cc*, serán todos de aspecto normal; estos hijos —aun los *Cc*—uniéndose (2,3) con personas corrientes *CC*, darán nietos unos *CC* y otros *Cc*, todos de aspecto normal, que si se unen con individuos extraños a su familia—y por consiguiente casi de seguro de tipo CC —tendrán descendencia también de aspecto normal; pero si uno de estos nietos *Cc* se casa (4) con una prima suya también *Cc*, les toca tener, por cada cuatro hijos, uno *CC* (normal), dos *Cc* (aspecto normal) y uno *cc* (albino).

Si el parentesco es aún más próximo, aumenta la probabilidad de la coincidencia de los dos genes alelomorfos recesivos en un mismo cigoto y, por tanto, de la manifestación del carácter de estos genes. Así parece que se debe explicar el caso (fig 5.ª) de un matrimonio entre tío y sobrina, en Guarapuava (Brasil), que han tenido seis hijos normales y otros seis cuyas extremidades no tenían manos ni pies (ectromelia); ambos cónyuges deben ser heterocigotos para el gen causante de tal defecto; en ellos este gen está dominado por el alelomorfo normal; los hijos que re-

cibieron de uno de sus padres (o de ambos) el gen alelomorfo normal, han sido normales; pero en los infortunados que recibieron de ambos padres el gen recesivo se manifestó el carácter anormal de faltar pies y manos.

Otro caso de explicación análoga es el descrito por Siemens, de una mujer de aspecto normal que tuvo con un hombre normal cinco hijos sanos; pero luego, de viuda, con un medio hermano suyo (hermano por el padre) tuvo tres hijos, los tres con ictiosis congénita (fig. 6.ª), que es mortal.

Si en el hombre no existiesen más caracteres defectuosos recesivos que el albinismo, la ectromelia y la ictiosis, el riesgo de las uniones consanguíneas, con ser muy grave, no sería mucho; porque se trata de caracteres raros, de genes poco frecuentes en las poblaciones humanas; pero existen otros muchos defectos, ligeros unos, graves otros, como la deficiencia mental y la sordomudez, cuya herencia debe depender fundamentalmente de genes recesivos.

De los dicho se desprende cuán justificada está por la Genética la prohibición de los matrimonios entre parientes muy próximos.